

⑩日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A)

昭54-148214

⑬Int. Cl.²
H 02 K 21/46
H 02 K 21/08

識別記号 ⑭日本分類
55 A 44

庁内整理番号 ⑮公開 昭和54年(1979)11月20日
7733-5H
7733-5H

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑯永久磁石式同期電動機

⑰特 願 昭53-56147

⑱出 願 昭53(1978)5月13日

⑲発 明 者 山下誠二

日立市幸町3丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
宮下邦夫

同

日立市幸町3丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
下津忠夫

同

習志野市東習志野七丁目1番1
号 株式会社日立製作所習志野
工場内

⑳発 明 者 田辺昭次

習志野市東習志野七丁目1番1
号 株式会社日立製作所習志野
工場内

㉑出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目5
番1号

㉒代 理 人 弁理士 武頭次郎

明 細 書

発明の名称 永久磁石式同期電動機

特許請求の範囲

1. 固定子と回転子とを備え、前記回転子は、回転軸と、この回転軸に固着された回転子鉄心と、この回転子鉄心の外周部分に設けられたかご形巻線と、前記回転子鉄心のかご形巻線より内側の部分に設けられかつ周方向にほぼ等しい間隔をあけて配置された複数個の永久磁石部材とからなる永久磁石式同期電動機において、前記永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数と同じにするとともに、これらすべての永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したことを特徴とする永久磁石式同期電動機。
2. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材の周方向に占める角度は $2\pi/\text{極数}$ より大であることを特徴とする永久磁石式同期電動機。
3. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材の両端部から前記かご形巻線の内側付近ま

で延び、前記回転子鉄心の外周部分をほぼ等間隔に仕切るスリットが設けられていることを特徴とする永久磁石式同期電動機。

4. 特許請求の範囲第1項において、前記永久磁石部材は希土類磁石からなることを特徴とする永久磁石式同期電動機。

発明の詳細な説明

本発明は永久磁石式同期電動機に係り、特に自己始動のためのかご形巻線を備えた永久磁石式同期電動機の回転子に関する。

紡糸工場の巻き取りシステムに使用するような同期電動機は、多数台が並列に揃って運転される。したがって、電動機自体が自己始動可能であること、および負荷慣性と負荷を背負った状態で同期引入れができることが要求される。

従来よりこの種電動機は、誘導電動機として始動させ、同期引入れ後は永久磁石の磁力を利用して同期電動機として運転される。したがって、電動機は誘導電動機と同期電動機の両者の特性をそなえている。このため、この種電動機では、固定

子は特に通常の電動機と変わらないが、回転子は特殊な構造となっており、極数、磁石材質等により種々の構造が提案されている。

第1図および第2図はその一例を示すもので、永久磁石を磁極間に配置した4極の場合の構造である。

これらの図において、1は回転軸で、図示しない固定子の外枠に設けられた軸受により、その両端部が回転自在に支承されている。この回転軸1には積層回転子鉄心2が圧入固定されており、回転子鉄心2の外周部分には多数のかご形導体3が設けられ、このかご形導体3はその両端がエンドリング4A、4Bにより短絡されて、閉回路をなすかご形巻線が形成されている。

また、回転子鉄心2の内周側部分には、周方向に間隔をあけて4個の永久磁石5が設けられている。これら永久磁石5は、周方向に、かつ隣接する永久磁石の周方向に対向する側が同一極となるように着磁される。永久磁石5の径方向の両側の空間部には、かご形導体3と同一材質であるアル

ミニウム6が充填され、この部分で永久磁石5に交流磁界が作用するのを阻止している。

回転子鉄心2を構成する薄鉄板は、回転軸1、かご形導体3、永久磁石5、磁石側方のアルミニウム部分6などに相当する部分を取り除いた形状で打抜かれるため、回転子全体の遠心力に対する強度が充分でない。そのため、この遠心力に対する補強材として、磁極の中心部に補強ピン7が挿通され、この補強ピンの両端が増板8A、8Bにより支持されている。

この構造の回転子では、永久磁石5の材質としてアルニコ系、フェライト系のいずれでも採用可能である。また、永久磁石5の磁束は、回転子鉄心2の最内周部9および外周部10により極間で漏洩するが、この連絡短絡部9、10を設けることにより、回転子鉄心2を構成する薄鉄板は回転軸1、かご形導体3、永久磁石5などに相当する部分を取り除いても、なお連絡した1枚の板として打抜くことができる。鉄板の積層が容易になる。

ところで、この種永久磁石式同期電動機では、

その同期引入れトルクは、誘導電動機の同期速度近くの速度におけるトルクの勾配と、同期電動機の脱出トルクの大きさで決定され、誘導電動機の速度-トルク曲線の勾配が急な程、また脱出トルクが大きい程引入れトルクは増大する。そして、このトルク勾配はかご形導体の大きさで決定される。したがって、回転子のかご形導体の大きさはできるだけ大きい方が好ましい。

しかし、従来の構造、例えば第1図の構造においては、もしかご形導体3を大きく、したがって、かご形導体3を挿入するスロット深さを深くすると、永久磁石5の径方向幅が狭くなるため、磁化方向に直角な断面積が小さくなって、充分な磁束量が得られない。

また、永久磁石を径方向に着磁した回転子も提案されているが、この場合には永久磁石の周方向幅の占める角度は $2\pi/P$ 範囲内となるため、永久磁石の周方向幅を大きくして磁化方向に直角な断面積を増大するためには、永久磁石をできるだけ回転子鉄心の外周側に配置しなければならず、こ

れは結局、誘導電動機として使用できるコアバック、つまり永久磁石とかご形導体との間の鉄心部の厚みが少なくなることであり、始動電流の増大など電動機として好ましくない結果を招く。

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を除き、始動特性および同期運転特性が良好な永久磁石式同期電動機を提供することにある。

この目的を達成するため、本発明は、回転子に設ける永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数 $(P/2)$ と同じく、つまり従来の半分にするとともに、これら永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら各永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したことを特徴とする。

以下、本発明の一実施例を第3図について説明する。第3図では、6極の回転子構造を示しており、図中第1図および第2図と同一符号は同一物又は均等物を表わす。

回転軸1には積層回転子鉄心2が圧入固定され、回転子鉄心2の外周部分に多数のかご形導体3が

設けられていることは、前記従来例と同様である。

この回転子鉄心2の内周に近い部分には、円周を極数 P （この場合は $P=6$ ）で等分した角度、 $2\pi/P=60$ 度より大きな角度を有する円弧状の永久磁石11が極対数（ $P/2=3$ ）と同じ数だけ設けられている。これら永久磁石11の着磁方向は径方向で、すべて同一方向である。すなわち、外周側がN極、内周側がS極に統一されている。

回転子鉄心2の極間には、極間スリット12が形成されている。これら極間スリット12は、各永久磁石11の両端部からかど形導体3の内側近くまで延び、かど形導体3近くの外方端では円周をほぼ P 等分する位置にあり、永久磁石11の配置された極では内方に行くに従って次第に広がるように形成されている。

ここで、永久磁石11の内周側鉄心部13の幅は永久磁石11の半分の磁束が通つても磁気飽和が生じない寸法に、隣接する永久磁石11間の鉄心部14の幅は永久磁石12の全磁束が通つても磁気飽和が生じない寸法にそれぞれ設定する必要

がある。また、永久磁石11としては、例えばサマリウムコバルト $SmCo$ 系のような希土類磁石で、その残留磁束密度 B_r が8kG、抗磁力 H_c が7.95kOe、 J_H が25kOeの材質を使用している。

なお、図示しない固定子側より回転子のS極、つまりイメージ極に入つた磁束は、鉄心部15、14を通つて永久磁石11に達し、ここからN極に至り、再び固定子側に戻る。

以上のように構成された回転子では、永久磁石11の周方向の幅を $2\pi/P$ よりも大きくすることができ、永久磁石11を内周側に配置しても、外周側に配置したと実質的に同様な、磁化方向に直角な断面積を得ることができる。しかも、永久磁石11をできるだけ内周側に配置することにより、誘導電動機として使用できるコアバックの厚さを充分大きくとることができるので、始動時の電流の低減を図り、また逆にかど形導体の太さを充分大きくとることができるので、誘導電動機のトルク勾配を大きくし、同期引入れトルクを

増大することもできる。

さらに、永久磁石の数は従来の半分の極対数と同じで済むため、永久磁石の回転子鉄心内への挿入取付工数を半減することもできる。

その他、極間スリット12の周方向の幅を変化することにより、誘導電動機としての特性と同期特性を調整することもできる。例えば、極間スリットの幅を小さくすると、誘導電動機の始動電流を低減でき、かつ極間の漏洩磁束を増大して、同期モータの特性である脱出トルクを下げることができる。

なお、本実施例のように、N極とS極の磁極形状が異なると、電動機として不都合が生じるのではないかという疑問を持たれるかも知れない。しかし、固定子の巻線は、一般にN極とS極に跨がつて巻かれているため、その誘起電圧は、N極とS極の磁束密度分布波形が異なつていても、総合的に両者の磁束密度分布による誘起電圧の和となり、実用上何らの問題も生じない。

次に、第3図に示した回転子の着磁方法を第4

図について説明する。

第4図において、15は着磁用鉄心、15a、15bはその磁極部で、一方の磁極部15aはほぼ $2\pi/P$ （この場合は $\pi/3$ ）の角度を有し、他方の磁極部15bはほぼ $(2\pi/P) \times 3$ （この場合は π ）の角度を有している。16はこの着磁用鉄心15に巻回された着磁用コイルで、スイッチ17を介して直流電源18に接続されており、これらにより着磁装置が構成されている。

この着磁装置を用いて回転子を着磁するには、図示のように、着磁用鉄心15の一方の磁極部15aに、回転子の永久磁石11を有する磁極の1つを、また他方の磁極部15bに、永久磁石11を有する他の磁極から永久磁石11を有するさらに他の磁極にわたる部分をそれぞれ対向させ、スイッチ17を用いて、着磁用コイル16を付勢する。このようにすると、一方の磁極部15aに対向する回転子の磁極側には充分大きな磁界がかかり、他方の磁極部15bに対向する回転子の磁極側には、これに比べて小さな磁界がかかることに

なるので、回転子を回転させて、永久磁石11を有する各磁極について、すなわち6極の場合には計3回、これを行なうことにより、すべての永久磁石11を着磁することができる。

この際、着磁磁界が大きい、つまり磁極部15aに対向する側の永久磁石11は、たとえどのような極性に着磁されていても、着磁磁界の方向に着磁されるので、問題はないが、小さな着磁磁界、つまり磁極部15bに対向する側の永久磁石11が、着磁磁界の方向に着磁されると不都合が生じるので、永久磁石11の材質としては、着磁磁界よりも大きい減磁耐力を持つものが好ましい。

磁極部15aの着磁磁界がほぼ20kOe、磁極部15bの着磁磁界がほぼ10kOeの着磁装置を用いて着磁した場合、一度完全に着磁された永久磁石は、ほぼ25kOeの反磁界まで磁力を保持するので、磁極部15bでのほぼ10kOeの反磁界を受けても、極性が反転することはない。したがって、このような性質を有する磁石材なら、どのようなものでも使用可能であるが、現有の磁石材

としては希土類磁石が最も適している。

第3図の実施例では、永久磁石部材として、1つの円弧状の永久磁石を用いているが、第5図に示すように、製作しやすい平板状の永久磁石19を用いることもできる。なお、平板状永久磁石19の数は、図示のようを2個に限らず、これより多くても、少なくてもよい。また、永久磁石部材の内周側の鉄心部分の厚さは、中央部20と両端部21では等しく形成されているが、通過磁束は中央部20よりも両端部21の方が多いので、両端部21の厚さを中央部20の厚さよりも若干大きくした方が磁気飽和の点で有利である。

また、第3図に示した回転子において、第6図に示すように、極間スリット12中にフェライト系磁石などのような適当な材質の永久磁石22を挿入することもでき、このようにした場合に、磁束量を一層増大することができる。

その他、前記各実施例では6極の回転子について説明したが、本発明は6極に限らず、例えば第7図に示すように、4極の回転子にも適用できる。

すなわち、4極の場合には、円弧状永久磁石11が2個用いられ、各永久磁石11の周方向に占める角度は、 $2\pi/P=90$ 度より大きくなっている。また、極間スリット12の外方端は、円周をほぼ4等分する位置にある。その他の構造は第3図の実施例と同様である。

以上説明したように、本発明によれば、回転子に設ける永久磁石部材として周方向に延びる永久磁石部材を用い、その数を極対数と同じに、つまり従来の半分にするとともに、これら永久磁石部材を径方向にかつ同一方向に着磁し、これら各永久磁石部材の周方向の間にイメージ極を形成したので、永久磁石部材を回転子鉄心の内周側部分に配置しても、その周方向の幅を大きくとり、磁化方向に直角な断面積を大きくすることができる。その結果、小形で高出力の同期特性が優れたこの種電動機を得ることができる。また、永久磁石部材を内周側部分に配置することにより、誘導電動機として使用できる径方向の鉄心幅を充分大きくとることができるので、始動電流を小さく、同期

引入れトルクを大きくすることもできる。

図面の簡単な説明

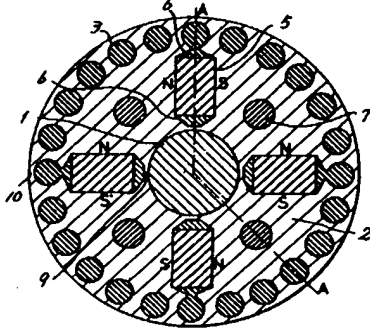
第1図は従来における永久磁石式同期電動機の回転子の一例を示す縦断面図、第2図は第1図のA-A断面図、第3図は本発明の一実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の縦断側面図、第4図は第3図に示した回転子の着磁に使用する着磁装置の概略構成図、第5図ないし第7図は本発明の他の各実施例に係る永久磁石式同期電動機の回転子の縦断側面図である。

1……回転軸、2……回転子鉄心、3……かど形導体、11, 19, 22……永久磁石、12……極間スリット

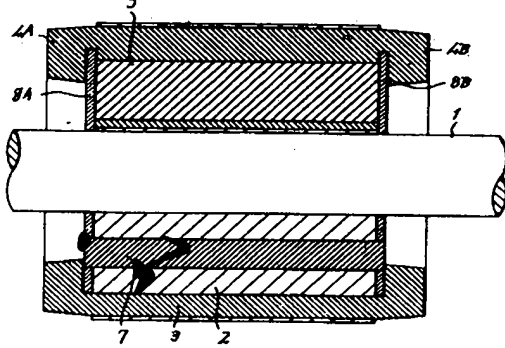
代理人 弁理士 武 順次



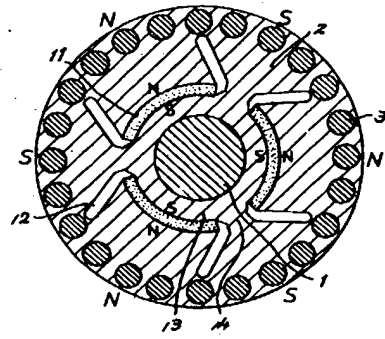
才 1 図



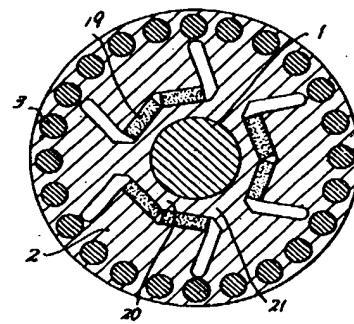
才 2 図



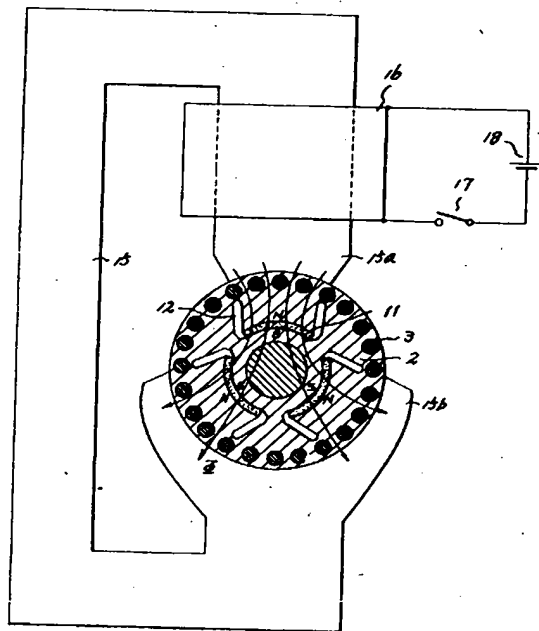
才 3 図



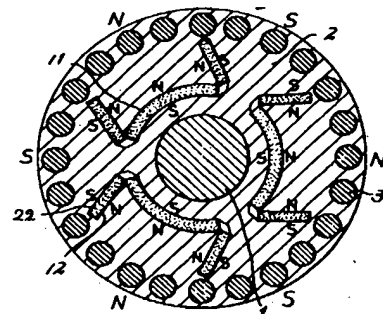
才 5 図



才 4 図



才 6 図



才 7 図

